

Väitös

**Sini Saarinen**

LT, erikoislääkäri
HYKS, ATeK, Uusi lastensairaala
sini.saarinen@hus.fi

Sykkeetön rytmi – hoito elvytyksen aikana ja sen jälkeen sekä potilaiden selviytyminen

Sini Saarinen

16.11.2018 Helsingin Yliopisto

Vastaväittäjä

Dosentti Leena Soininen, Tampereen Yliopisto

Esitarkastajat

Dosentti Matti Reinikainen, Itä-Suomen Yliopisto
Dosentti Anu Maksimow, Turun Yliopisto

Kustos

Professori Klaus Olkkola, Helsingin Yliopisto

Tausta

Sydänpysähdyksen alkurytmit jaetaan defibrilloitaviin rytmeihin ja ei-defibrilloitaviin rytmeihin sen mukaan, reagoivatko ne potentiaalisesti

defibrillaatioon. Ei-defibrilloitaviin rytmeihin kuuluva sykkeetön rytmi eli PEA (pulseless electrical activity) on tavallisin alkurytmi sairaalapotilailla tapahtuvissa sydänpysähdyk-

sissä (1–4). PEA:n osuus sairaalan ulkopuolisissa sydänpysähdyksissä on lisääntynyt (5–8), kun taas defibrilloitavien rytmiä ilmaantuvuus on vähentynyt (9–14). Defibrilloitavien rytmiä ilmaantuvuuden vähenemisen on arvioitu johtuvan sepelvaltimotaudin vähentymisestä ja sen hoidon kehittymisestä (15–18). Suomessa vuosittain noin 1 000 potilasta ajautuu sairaalan ulkopuolella sydänpysähdykseen, jossa alkurytminä on PEA (19). Kammiovärinän yleisin syy on sydänlihaskemia, kun taas PEA:n etiologia on heterogeenisempi: noin 20–30 % liittyy sydänlihaskemiaan, 10–20 % muuhun sydänperäiseen syyhyn, 20 % hapenpuutteeseen ja arviolta alle 15 % keuhkoemboliaan, hyperkalemiaan, hypovolemiaan, aortan repeämään, sydäntamponaatioon, jänniteilmarintaan tai aivo-verenvuotoon (17, 20–23).

Vaikka PEA:sta selviytyneiden osuus on lisääntynyt viime aikoina, sairaalan ulkopuolella elvytetyistä potilaista vain noin 6–16 % selviytyy elossa sairaalasta (7, 8, 20, 24–26),

Väitöskirja

Pulseless Electrical Activity – Treatment during and after cardiopulmonary resuscitation and patient survival

Osatyöt

- I Saarinen S, Kämäräinen A, Silfvast T, Yli-Hankala A, Virkkunen I. Pulseless electrical activity and successful out-of-hospital resuscitation – long-term survival and quality of life: an observational cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012;20:74.
- II Saarinen S, Nurmi J, Toivio T, Fredman D, Virkkunen I, Castrén M. Does appropriate treatment of the primary underlying cause of PEA during resuscitation improve patients' survival? *Resuscitation* 2012;83:819–822.
- III Saarinen S, Castrén M, Virkkunen I, Kämäräinen A. Post resuscitation care of out-of-hospital cardiac arrest patients in the Nordic countries: a questionnaire study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2015;23:60.
- IV Saarinen S, Salo A, Boyd J, Laukkanen-Nevala P, Silfvast C, Virkkunen I, Silfvast T. Factors determining level of hospital care and its association with outcome after resuscitation from pre-hospital pulseless electrical activity. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2018; 26:98.

kun defibrilloitavista rytmeistä elvytettyistä 19–50 % selviytyy (27, 28). Sairaalapotilaista, joilla PEA on alkurytminä, noin 11–13 % selviytyy sairaalasta (4, 29).

Tutkimuksissa on todettu eroja PEA-potilaiden elvytyksen aikaisessa ja sen jälkeisessä hoidossa sekä selviytymisessä eri maiden ja sairaaloiden välillä, vaikkakin hoitavat yksiköt noudattavat samoja kansainvälisiä hoitosuosituksia (8, 10, 11, 15, 30–33). European Resuscitation Council painottaa PEA-potilaiden hoidossa sydänpysähdyksen syyhyn kohdistuvaa hoitoa, mutta tutkimustietoa siitä, miten usein syyhyn kohdistuvaa hoitoa yritetään, ei juuri ole (34). Elvytyksen jälkeisessä hoidossa suositellaan harkitsemaan lämpötilakontrollia ja varhaista sepelvaltimoiden varjoaine kuvausta myös ei-defibrilloitavista rytmeistä elvytettyille potilaille (35).

Potilaat ja menetelmät

Väitöskirjan potilasaineiston muodostivat 424 sydänpysähdyksen saanutta aikuispotilasta, jossa PEA oli alkurytminä. Näistä 320 potilasta elvytettiin sairaalan ulkopuolella ja 104 sairaalassa.

Sydänpysähdyksen syyhyn kohdistuvan hoidon yleisyyttä elvytyksen aikana tutkittiin Hyvinkään sairaalassa, Oulun Yliopistollisessa sairaalassa ja Tukholman Södersjukhusetissa vuosien 2003 ja 2010 välillä elvytettyillä potilailla (II).

Tekijöitä, jotka vaikuttavat sairaalan ulkopuolella elvytettyjen PEA-potilaiden hoitopaikan valintaan sekä elvytyksen jälkeistä hoitoa tutkittiin osatöissä III ja IV. Hoitoyksiköt jaettiin vertailua varten tason 1–3 teho-osastoihin (World Federation of Societies of Intensive and Critical Care Medicine:n määritelmässä taso 3 on intensiivisintä hoitoa tarjoava yksikkö) sekä vuodeosastoihin (36). Aineisto kerättiin pääkaupunkiseudun (Helsinki ja FinnHEMS 10 toiminta-alue) PEA-potilaista vuosilta 2010–2013 (IV), kun taas osatyö III oli kaksivaiheinen kyselytutkimus Pohjoismaiden teho-osastoille.

Sairaalan ulkopuolella elvytettyjen PEA-potilaiden pitkäaikaiselviytymistä ja elämänlaatua arvioitiin FinnHEMS 10 ja 20 alueilta sekä

Tampereen kaupungin alueelta 2001–2003 kerätyllä aineistolla (I).

Tulokset

Sairaalapotilaista viidennessä peruselvytyksen lisäksi erityistä syyhyn kohdistuvaa hoitoa elvytyksen aikana. Yleisin syyhyn kohdistuva hoitomuoto oli liuotushoito tai runsas nesteytys. Näiden potilaiden 30 vuorokauden selviytyminen oli yleisempää (30 %) kuin pelkkää tavanomaista sairaalaelvytystä saaneiden (11 %). Syyhyn kohdistunut hoito ei kuitenkaan ollut itsenäinen selviytymistä parantava tekijä.

Pääkaupunkiseudun PEA-potilaista suurin osa (62 %) hoidettiin tason 2 teho-osastoilla (tehovalvontaosastot tai yliopistollisen sairaalan päivystyspoliklinikka). Tason 3 teho-osastoilla hoidettujen PEA-potilaiden keski-ikä oli matalampi muihin yksiköihin verrattuna ja heillä oli vähiten sepelvaltimotautia, sydämen vajaatoimintaa ja paras toimintakyky ennen elottomuutta. Pitkä spontaaniverenkierron palautumisviive (return of spontaneous circulation, ROSC) ja korkea ikä vähensivät ja hyvä toimintakyky lisäsi todennäköisyyttä päätyä hoitoon tason 2 tai 3 teho-osastolle. Pohjoismaiden teho-osastoista yli puolella oli ennalta sovitut indikaatiot elvytyksen jälkeiselle tehohoidolle. Useimmat käyttivät kriteereinä ikää, ROSC-viivettä tai alkurytmiä. 16 % vastanneista teho-osastoista ilmoitti, ettei PEA- tai sydänpysähdyspotilaita oteta tehohoitoon.

Pääkaupunkiseudun PEA-potilaille lämpötilakontrollin käyttö oli hyvin harvinaista (4 %), samoin varhaisen (alle 48 tuntia) sepelvaltimoiden varjoainekuvauksen käyttö (3 %). Elvytyksen jälkeinen hoito vaihteli Pohjoismaissa: kaikille aktiivisesti hoidettaville potilaille lämpötilakontrollihoitoa antoi 20–69 % ja varhaista sydämen varjoainekuvausta käytti 13–54 % eri maiden teho-osastoista. Norjassa käytettiin näitä hoitomuotoja eniten ja Suomessa vähiten. Vuonna 2014 kolmannes teho-osastoista oli siirtynyt käyttämään tavoite-lämpötilana 36°C lämpötilakontrolli-hoidossa.

Sairaalan ulkopuolella 2010–2013 elvytettyistä PEA-potilaista 24 % oli

elossa vuoden kuluttua sydänpysähdyksestä ja 17 % selviytyi neurologisesti hyvin. Neurologinen tulos oli parempi intensiivisempää hoitoa tarjoavalla teho-osastolla hoidetuilla, mutta hoidon taso ei kuitenkaan itsenäisesti vaikuttanut selviytymiseen. Ainoastaan lyhyt ROSC-aika,

Sykkeetöntä rytmiä on pidetty huonoennusteisena.

sydänperäinen syy elottomuudelle ja hyvä toimintakyky ennen sydänpysähdystä vaikuttivat itsenäisesti yhden vuoden selviytymiseen. Nuori ikä ja lyhyt ROSC-viive lisäsivät hyvää neurologista selviytymistä.

Pitkäaikaiselviytyminen (1 ja 5 vuotta) aiemmassa 2001–2003 vuosina kerätyssä aineistossa oli 7 % ja 6 %. Arvioituista elämänlaatua koskevista osa-alueista 87 % arvioitiin normaaleiksi tai hieman heikentyneiksi.

Pohdinta

Viidennessä potilaista sai elottomuuden syyhyn kohdistuvaa erityistä hoitoa (muuta kuin hypoksian hoito). Syyn mukaisen hoidon yleisyyttä ei ole raportoitu aikaisemmin. Pohjois-Amerikkalaisessa tutkimuksessa syyn mukaista hoitoa sai 44 % niistä PEA-potilaista, joilla todettiin ultraäänellä sydämen seinämäliikettä (37). Tutkimuksessamme syyhyn kohdistuvaa hoitoa saaneista suurempi osa oli elossa 30 vuorokauden kuluttua. Syyn mukainen hoito ei ollut itsenäisen selviytymistä parantava tekijä, mutta itsenäisen vaikutuksen puute saattaa johtua kohtalaisen pienestä potilasmäärästä.

Tason 2–3 teho-osastoille valittiin elvytyksen jälkeiseen hoitoon potilaita, joiden ennusteen arvioitiin olevan hyvä, sillä kaikkien valintaan itsenäisesti vaikuttaneiden seikkojen

>>



Väittelijä, kustos ja vastaväittäjä saapumassa väitöstilaisuuteen. Kuva Ilkka Virkkunen, 2018.

on todettu lisäävän selviytymisen todennäköisyyttä (38, 39). Lämpötilakontrollin ja varhaisen sepelvaltimoiden varjoainekuvauksen käytössä on

Viidennes potilaista sai elottomuuden syyhyn kohdistuvaa hoitoa elvytyksen aikana.

raportoitu huomattavia eroja maiden ja sairaaloiden välillä aiemminkin: 41–76 % potilaista hoidetaan lämpötilakontrollihoidolla Euroopassa (11, 15, 31) ja varhainen sepelvaltimoiden varjoainekuvauksen tehdään 10–40 %:lle (11, 15, 20). PEA-potilaiden kohdalla

lämpötilakontrollia on raportoitu käytettävän 28–30 %:n kohdalla (40, 41) ja varhaista varjoainekuvauksista 7–16 %:lla (41, 42). Näiden hoitomuotojen tehosta ei kuitenkaan ole näyttöä randomoiduista kontrolloiduista tutkimuksista, mikä on johtanut paikallisesti vaihteleviin käytäntöihin PEA-potilaiden keskuudessa (11, 15, 20, 31).

Johtopäätökset

Sykkeetöntä rytmia on pidetty huonoennusteisena, mutta pääkaupunkiseudulla sairaalaan selvinneistä potilaista 17 % oli elossa vuoden kuluttua ja toipunut neurologisesti hyvin, vaikka lämpötilakontrollihoitoa ja varhaista sepelvaltimoiden varjoainekuvauksia käytettiin harvoin. Elottomuuden syyhyn kohdistuvan hoidon vaikutuksesta selviytymiseen tarvitaan laajempia tutkimuksia. Elvytyksen jälkeisessä hoidossa on eroja eri sairaaloiden ja Pohjoismaiden välillä, mikä selittyy osin yksiselitteisen

tieteellisen näytön puutteella tällä potilasryhmällä. ■

Viitteet

1. Bergum D, Nordseth T, Mjølstad OC, Skogvoll E, Haugen BO. Causes of in-hospital cardiac arrest - incidences and rate of recognition. *Resuscitation* 87: 63-8, 2015.
2. Chan PS, Berg RA, Spertus JA, Schwamm LH, Bhatt DL, Fonarow GC, Heidenreich PA, Nallamothu BK, Tang F, Merchant RM, AHA GWTC-Resuscitation Investigators. Risk-standardizing survival for in-hospital cardiac arrest to facilitate hospital comparisons. *J Am Coll Cardiol* 62: 601-9, 2013.
3. Girotra S, Nallamothu BK, Spertus JA, Li Y, Krumholz HM, Chan PS, American Heart Association Get with the Guidelines-Resuscitation Investigators. Trends in survival after in-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 367: 1912-20, 2012.
4. Nolan JP, Soar J, Smith GB, Gwinnutt C, Parrott F, Power S, Harrison DA, Nixon E, Rowan K and National Cardiac Arrest Audit. Incidence and outcome of in-hospital cardiac arrest in the United Kingdom national cardiac arrest audit. *Resuscitation* 85: 987-92, 2014.
5. Jacobs IG, Finn JC, Jelinek GA, Oxer HF, Thompson PL. Effect of adrenaline on survival in out-of-hospital cardiac arrest: A randomised double-blind placebo-

- controlled trial. *Resuscitation* 82: 1138-43, 2011.
6. Mader TJ, Nathanson BH, Millay S, Coute RA, Clapp M, McNally B, and CARES Surveillance Group. Out-of-hospital cardiac arrest outcomes stratified by rhythm analysis. *Resuscitation* 83: 1358-62, 2012.
 7. Kudenchuk PJ, Redshaw JD, Stubbs BA, Fahrenbruch CE, Dumas F, Phelps R, Blackwood J, Rea TD, Eisenberg MS. Impact of changes in resuscitation practice on survival and neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest resulting from nonshockable arrhythmias. *Circulation* 125: 1787-94, 2012.
 8. Teodorescu C, Reinier K, Uy-Evanado A, Ayala J, Mariani R, Wittwer L, Gunson K, Jui J, and Chugh SS. Survival advantage from ventricular fibrillation and pulseless electrical activity in women compared to men: The Oregon Sudden Unexpected Death Study. *J Interv Card Electrophysiol* 34: 219-25, 2012.
 9. Atwood C, Eisenberg MS, Herlitz J, Rea TD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. *Resuscitation* 67:75-80, 2005.
 10. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation* 81: 1479-87, 2010.
 11. Blom MT, Beesems SG, Homma PC, Zijlstra JA, Hulleman M, van Hoeijen DA, Bardai A, Tijssen JG, Tan HL, Koster RW. Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest and use of automated external defibrillators. *Circulation* 130: 1868-75, 2014.
 12. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Olsufka M, Copass MK. Changing incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation, 1980-2000. *JAMA* 288: 3008-13, 2002.
 13. Kuusma M, Repo J, Alaspää A. The incidence of out-of-hospital ventricular fibrillation in Helsinki, Finland, from 1994 to 1999. *Lancet* 358: 473-4, 2001.
 14. Strömsöe A, Svensson L, Axelsson AB, Claesson A, Goransson KE, Nordberg P and Herlitz J. Improved outcome in Sweden after out-of-hospital cardiac arrest and possible association with improvements in every link in the chain of survival. *Eur Heart J* 36: 863-71, 2015.
 15. Hulleman M, Zijlstra J, Beesems S, Blom M, van Hoeijen D, Waalewijn R, Tan H, Tijssen J, Koster R. Causes for the declining proportion of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 96: 23-29, 2015.
 16. Hollenberg J, Svensson L, Rosenqvist M. Out-of-hospital cardiac arrest: 10 years of progress in research and treatment. *J Intern Med* 273: 572-83, 2013.
 17. Myerburg RJ, Halperin H, Egan DA, Boineau R, Chugh SS, Gillis AM, Goldhaber JL, Lathrop DA, Liu P, Niemann JT, Ornato JP, Sopko G, Van Eyk JE, Walcott GP, Weisfeldt ML, Wright JD, Zipes DP. Pulseless electric activity: Definition, causes, mechanisms, management, and research priorities for the next decade: Report from a national heart, lung, and blood institute workshop. *Circulation* 128: 2532-41, 2013.
 18. Youngquist ST, Kaji AH and Niemann JT. Beta-blocker use and the changing epidemiology of out-of-hospital cardiac arrest rhythms. *Resuscitation* 76: 376-80, 2008.
 19. Hiltunen P, Kuusma M, Silfvast T, Rutanen J, Vaahersalo J, Kurola J and the Finnresusci Prehospital Study Group. Regional Variation and Outcome of Out-of-Hospital Cardiac Arrest (OHCA) in Finland - the Finnresusci Study. *SJTREM* 20: 80, 2012.
 20. Beun L, Yersin B, Osterwalder J, Carron PN. Pulseless electrical activity cardiac arrest: Time to amend the mnemonic "4H&4T"? *Swiss Med Wkly* 145: w14178, 2015.
 21. Dumas F, Cariou A, Manzo-Silberman S, Grimaldi D, Vivien B, Rosencranch J, Empana JP, Carli P, Mira JP, Jouven X, Spaulding C. Immediate percutaneous coronary intervention is associated with better survival after out-of-hospital cardiac arrest: Insights from the PROCAT (Parisian Region Out of hospital Cardiac Arrest) registry. *Circ Cardiovasc Interv* 3: 200-7, 2010.
 22. Virkkunen I, Paasio L, Ryyänen S, Vuori A, Sajantila A, Yli-Hankala A, Silfvast T. Pulseless electrical activity and unsuccessful out-of-hospital resuscitation: what is the cause of death? *Resuscitation* 77:207-10, 2008.
 23. Wang C, Huang C, Chang W, Tsai M, Yu P, Wu Y, Hung K, Chen W. The effects of calcium and sodium bicarbonate on severe hyperkalaemia during cardiopulmonary resuscitation: A retrospective cohort study of adult in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 98:105-11, 2016.
 24. Andrew E, Nehme Z, Lijovic M, Bernard S, Smith K. Outcomes following out-of-hospital cardiac arrest with an initial cardiac rhythm of asystole or pulseless electrical activity in Victoria, Australia. *Resuscitation* 85:1633-9, 2014.
 25. Bergum D, Skjeflo GW, Nordseth T, Mjølstad OC, Haugen BO, Skogvoll E, Loennechen JP. ECG patterns in early pulseless electrical activity-associations with aetiology and survival of in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 104: 34-9, 2016.
 26. Hauck M, Studnek J, Heffner AC, Pearson DA. Cardiac arrest with initial arrest rhythm of pulseless electrical activity: Do rhythm characteristics correlate with outcome? *Am J Emerg Med* 33: 891-4, 2015.
 27. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M, Smyth MA, Olasveengen T, Monsieurs KG, Raffay V, Grasner JT, Wenzel V, Ristagno G, Soar J. 2015. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation* 95: 81-99, 2015.
 28. Abrams HC, McNally B, Ong M, Moyer PH, Dyer KS. A composite model of survival from out-of-hospital cardiac arrest using the Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival (CARES). *Resuscitation* 84:1093-8, 2013.
 29. Bergum D, Nordseth T, Mjølstad OC, Skogvoll E, Haugen BO. Causes of in-hospital cardiac arrest - incidences and rate of recognition. *Resuscitation* 87: 63-8, 2015.
 30. Andersen LW, Bivens MJ, Giberson T, Giberson B, Mottley JL, Gautam S, Saliccioli JD, Cocchi MN, McNally B, Donnino MW. The relationship between age and outcome in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Resuscitation* 94: 49-54, 2015.
 31. Lindner TW, Langorgen J, Sunde K, Larsen AI, Kvaloy JT, Heltne JK, Draegni T, Søreide E. Factors predicting the use of therapeutic hypothermia and survival in unconscious out-of-hospital cardiac arrest patients admitted to the ICU. *Crit Care* 17: R147, 2013.
 32. Nolan JP. What's new in the management of cardiac arrest? *Intensive Care Med* 39: 1211-3, 2013.
 33. Worthington H, Pickett W, Morrison LJ, Scales DC, Zhan C, Lin S, Dorian P, Dainty KN, Ferguson ND, Brooks SC, Rescu Investigators. The impact of hospital experience with out-of-hospital cardiac arrest patients on post cardiac arrest care. *Resuscitation* 110: 169-75, 2017.
 34. Soar J, Nolan JP, Bottiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P, Pellis T, Sandroni C, Skrifvars MB, Smith GB, Sunde K, Deakin CD, Adult advanced life support section Collaborators. European Resuscitation Council Guidelines for resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation* 95: 100-47, 2015.
 35. Nolan JP, Soar J, Cariou A, Cronberg T, Moulaert V, Deakin C, Bottiger B, Friberg H, Sunde K and Sandroni C. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine guidelines for post-resuscitation care 2015: Section 5 of the European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation* 95: 202-22, 2015.
 36. Marshall JC, Bosco L, Adhikari NK, Connolly B, Diaz JV, Dorman T, Fowler RA, Meyfroidt G, Nakagawa S, Pelosi P, Vincent JL, Vollman K, Zimmerman J. What is an intensive care unit? A report of the task force of the World Federation of Societies of Intensive and Critical Care Medicine. *J Crit Care* 37:270-6, 2017.
 37. Gaspari R, Weekes A, Adhikari S, Noble V, Nomura JT, Theodoro D, Woo M, Atkinson P, Blehar D, Brown S, Caffery T, Douglass E, Fraser J, Haines C, Lam S, Lanspa M, Lewis M, Liebmann O, Limkakeng A, Lopez F, Platz E, Mendoza M, Minnigan H, Moore C, Novik J, Rang L, Scruggs W, Raio C. A retrospective study of pulseless electrical activity, bedside ultrasound identifies interventions during resuscitation associated with improved survival to hospital admission. A REASON Study. *Resuscitation* 120:103-7, 2017.
 38. Deasy C, Bray JE, Smith K, Harriss LR, Bernard SA, Cameron P and VACAR Steering Committee. Out-of-hospital cardiac arrests in the older age groups in Melbourne, Australia. *Resuscitation* 82: 398-403, 2011.
 39. Reynolds JC, Frisch A, Rittenberger JC and Callaway CW. Duration of resuscitation efforts and functional outcome after out-of-hospital cardiac arrest: When should we change to novel therapies? *Circulation* 128: 2488-94, 2013.
 40. Binks A, Nolan JP. Post-cardiac arrest syndrome. *Minerva Anestesiologica* 76: 362-8, 2010.
 41. Callaway CW, Schmicker RH, Brown SP, Albrich JM, Andrusiek DL, Aufderheide TP, Christenson J, Daya MR, Falconer D, Husa RD, Idris AH, Ornato JP, Rac VE, Rea TD, Rittenberger JC, Sears G, Stiell IG, ROC Investigators. Early coronary angiography and induced hypothermia are associated with survival and functional recovery after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 85:657-63, 2014.
 42. Wilson M, Grossestreuer AV, Gaieski DF, Abella BS, Frohna W, Goyal M. Incidence of coronary intervention in cardiac arrest survivors with non-shockable initial rhythms and no evidence of ST-elevation MI (STEMI). *Resuscitation* 113:83-6, 2017.